

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-281812

(43)公開日 平成 6 年(1994)10月 7 日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 2 B 5/28  
26/00

識別記号

庁内整理番号

8507-2K  
9226-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数11 F D (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平5-92376

(22)出願日 平成 5 年(1993) 3 月26日

(71)出願人 591102693

サンテック株式会社  
愛知県小牧市大字上末122番地

(72)発明者 鄭 台鎬

愛知県小牧市大字上末122番地 サンテック株式会社内

(72)発明者 堀田 雄二

愛知県小牧市大字上末122番地 サンテック株式会社内

(72)発明者 定村 政雄

愛知県小牧市大字上末122番地 サンテック株式会社内

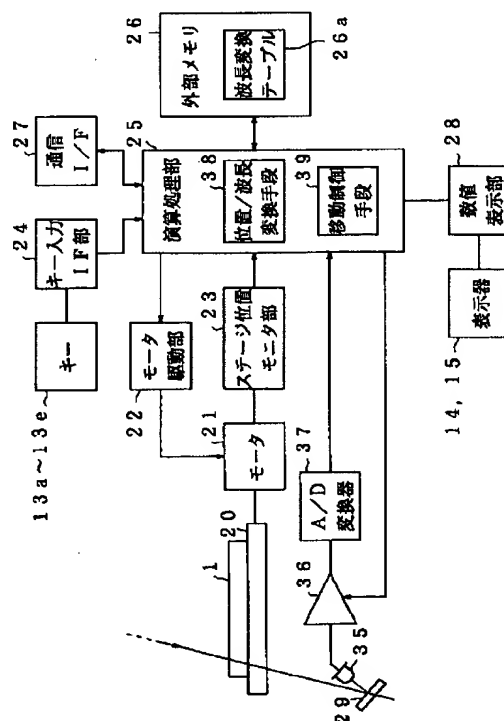
(74)代理人 弁理士 岡本 宜喜 (外 1 名)

(54)【発明の名称】 波長可変型干渉光フィルタ装置

(57)【要約】

【目的】 入射光のうち特定の波長成分を分離し、波長を選択する狭帯域の干渉光フィルタを用いて任意に波長を選択できる干渉光フィルタ装置を提供すること。

【構成】 入射位置に応じて透過光の波長を連続的に変化させる干渉光フィルタ 1 を直線移動ステージ 20 上に固定する。そして直線移動ステージ 20 をモータ 21、モータ駆動部 22 によってキー入力部 24 からの入力に応じて移動させる。こうすれば透過波長を連続的に変化させることができる。又直線移動ステージ 20 の位置をステージ位置モニタ部 23 によってモニタして、波長を表示器 14 に表示する。更に受光部 35、増幅器 36、A/D変換器 37 により透過光のレベルを検出し、表示器 15 に表示している。



## 1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 使用波長の範囲で光を透過させる物質によって形成されたサブストレートと、該サブストレート上に形成され、所定範囲の波長の光を透過させる光透過率の高い物質によって形成された多層蒸着物質膜とを有し、該多層蒸着物質膜の光学厚さは、前記サブストレートの所定方向に沿って連続的に変化するように構成したものであり、この光フィルタへの入射光の照射位置を該サブストレートの所定方向に沿って変化させることによって所定の波長範囲で透過光の波長を連続的に変化させる偏波面無依存型の波長可変型干渉光フィルタと、  
前記波長可変型干渉光フィルタを保持し、所定方向に直線的に移動させ、入射光の前記波長可変型干渉光フィルタへの照射位置を連続的に変化させる直線移動ステージと、  
前記波長可変型干渉光フィルタの移動方向を入力する波長移動入力手段と、  
前記波長移動入力手段による入力時に前記直線移動ステージを直線的に駆動する駆動手段と、を具備することを特徴とする波長可変型干渉光フィルタ装置。

【請求項2】 使用波長の範囲で光を透過させる物質によって形成されたサブストレートと、該サブストレート上に形成され、所定範囲の波長の光を透過させる光透過率の高い物質によって形成された多層蒸着物質膜とを有し、該多層蒸着物質膜の光学厚さは、前記サブストレートの所定方向に沿って連続的に変化するように構成したものであり、この光フィルタへの入射光の照射位置を該サブストレートの所定方向に沿って変化させることによって所定の波長範囲で透過光の波長を連続的に変化させる偏波面無依存型の波長可変型干渉光フィルタと、  
前記波長可変型干渉光フィルタを保持し、所定方向に直線的に移動させ、入射光の前記波長可変型干渉光フィルタへの照射位置を連続的に変化させる直線移動ステージと、  
前記直線移動ステージの移動範囲で選択される前記波長可変型干渉光フィルタの可変範囲のいずれかの波長を指定する波長指定入力手段と、  
前記波長指定入力手段によって指定された波長となる位置に前記直線移動ステージを移動させるべく前記駆動手段に信号を与える移動制御手段と、を具備することを特徴とする波長可変型干渉光フィルタ装置。

【請求項3】 前記直線移動ステージの位置をモニタする位置モニタ手段と、  
前記位置モニタ手段より得られる位置信号を波長情報に変換する位置／波長変換手段と、  
前記位置／波長変換手段より得られる波長情報を表示する波長表示手段と、を具備することを特徴とする請求項1又は2記載の波長可変型干渉光フィルタ装置。

【請求項4】 前記波長可変型干渉光フィルタを透過した光の一部を反射するビームサンプラと、

## 2

前記ビームサンプラの光を受光する受光手段と、  
前記受光手段より得られる受光レベルを表示するレベル表示手段と、を具備することを特徴とする請求項1又は2記載の波長可変型干渉光フィルタ装置。

【請求項5】 使用波長の範囲で光を透過させる物質によって形成されたサブストレートと、該サブストレート上に形成され、所定範囲の波長の光を透過させる光透過率の高い物質によって形成された多層蒸着物質膜とを有し、該多層蒸着物質膜の光学厚さは、前記サブストレートの所定方向に沿って連続的に変化するように構成したものであり、この光フィルタへの入射光の照射位置を該サブストレートの所定方向に沿って変化させることによって所定の波長範囲で透過光の波長を連続的に変化させる偏波面無依存型の波長可変型干渉光フィルタと、  
前記波長可変型干渉光フィルタを保持し、所定方向に直線的に移動させ、入射光の前記波長可変型干渉光フィルタへの照射位置を連続的に変化させる直線移動ステージと、  
前記直線移動ステージを一端から他端まで連続的に移動するスキャニング手段と、  
前記直線移動ステージの位置をモニタする位置モニタ手段と、  
前記位置モニタ手段より得られる位置信号を波長情報に変換する位置／波長変換手段と、  
前記位置モニタ手段及び位置／波長変換手段より前記直線移動ステージを移動させた際に得られるデータを保持する波長／レベル保持手段と、  
前記波長／レベル保持手段より保持されたデータを画像表示する画像表示手段と、を具備することを特徴とする波長可変型干渉光フィルタ装置。

【請求項6】 請求項5記載の波長可変型干渉光フィルタ装置において、  
前記画像表示手段に代えて、  
前記波長／レベル保持手段より得られる最大光強度レベルとなる波長位置に前記直線移動ステージを移動させる最大レベル設定手段を具備することを特徴とする波長可変型干渉光フィルタ装置。

【請求項7】 前記波長可変型干渉光フィルタは、前記多層蒸着物質膜の各層の膜厚  $d$  は、その蒸着物質膜の屈折率を  $n$ 、その位置での透過波長を  $\lambda$  とすると、 $d = \lambda / 4n$  となるように膜厚が連続的に変化するものであることを特徴とする請求項1、2、5又は6記載の波長可変型干渉光フィルタ装置。

【請求項8】 前記波長可変型干渉光フィルタは、前記波長可変型干渉光フィルタの多層蒸着物質膜は、第1の屈折率  $n_1$  の第1の蒸着物質膜と、これより屈折率の低い第2の屈折率  $n_2$  の蒸着物質膜とを交互に積層して構成したものであることを特徴とする請求項7記載の波長可変型干渉光フィルタ装置。

【請求項9】 前記波長可変型干渉光フィルタは、前記

## 3

蒸着物質膜は、前記多層膜の間に膜厚  $d$  が  $\lambda/2n$  ( $n$  は屈折率) のキャビティ層を挿入して構成したことを特徴とする請求項7又は8記載の波長可変型干渉光フィルタ装置。

【請求項10】 前記波長可変型干渉光フィルタは、前記サブストレートの所定方向の位置を  $x$  とし、その位置

$$\lambda(x) = 4n(x)d(x)$$

$$\lambda(x) = \lambda(x_0) + \sum_{k=1}^{\infty} A(x-x_0)^k \quad \text{----- (2)}$$

【請求項11】 前記波長可変型干渉光フィルタは長方形の板状サブストレート上に構成されたものであり、その長手方向に位置を  $x$  とし、その長手方向に沿って蒸着物質膜の膜厚の厚さを連続的に変化させるようにしたものであることを特徴とする請求項10記載の波長可変型干渉光フィルタ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光通信や光計測、光情報処理等に用いられる狭帯域の波長可変型干渉光フィルタを用いて、その透過波長を連続して変化させることのできる偏波面に依存しない波長可変型干渉光フィルタ装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来狭帯域の光フィルタにおいて波長を連続的に変化させるようにした波長可変型のフィルタとしては、誘電体多層膜を有する狭帯域光フィルタが用いられている。このような光フィルタは、例えば「レーザ&オプティクスガイドII」、キノ・メレスグリオ株式会社、PP11-25~11-29「干渉フィルタ」に示されているように、基板上に  $ZnS$  等の高屈折材料と  $Na_3AlF_6$  等の低屈折率材料とを、正確に  $1/4$  の波長の光学厚さで交互に多層コーティングして構成している。ここで透過波長を  $\lambda$  とし、各層の屈折率を  $n$  とすると、光学厚さは  $\lambda/4n$  で示される。このような多層コーティング層を基板上に形成することによって狭帯域の光フィルタが実現できる。

【0003】 さてこの状態では、干渉光フィルタの透過波長はフィルタの光学厚さによって規定されて一定の波長となる。しかし「光増幅器とその応用」石毛秀樹監修、オーム社、平成4年5月30日出版、第146~148頁等に示されているように、上記の多層膜型狭帯域フィルタへの入射光の角度を変化させることによって透過波長を連続的に変化させることができる。図9は図示しない光源からの光を光ファイバ100及びコリメートレンズ101を介してこの狭帯域光フィルタ102に照射した状態を示している。そして透過光は集束レンズ103によって集束され、受光用の光ファイバ104に入射される。ここで光ビームの干渉光フィルタ102への入射角

## 4

での透過中心波長を  $\lambda(x)$  とすると、前記多層蒸着物質膜の膜厚  $d(x)$  とその層の屈折率  $n(x)$  とは、以下の式(1)、(2)を満たすものであることを特徴とする請求項1, 2, 5又は6記載の波長可変型干渉光フィルタ装置。

【数1】

$$\text{----- (1)}$$

度を、図中実線で示した垂直の状態から微小角度  $\theta$ 、例えば  $0^\circ \sim 10^\circ$  程度の範囲内で変化させることによって、図10に示すように透過波長  $\lambda$  を連続的に変化させることができる。このとき図11に示すように半値全幅はあまり変化しない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら図10に示すように透過中心波長が偏光成分(S波、P波)によって異なることとなり、傾斜角度を例えば  $10^\circ$  以上とすればその相違が無視できない程度に大きくなる。又この干渉光フィルタの透過帯域幅(半値全幅)も偏光成分(S波、P波)によって夫々異なり、図11に示すようにP波では傾斜角度  $\theta$  によって大きく変化することとなる。又透過率も傾斜角度  $\theta$  によって変化し、角度と共に低下するという欠点があった。

【0005】 更に光ビームを干渉光フィルタに垂直(傾斜角度  $\theta = 0^\circ$ )に入射させた場合には、光が光源側に反射される。従ってその影響を避けるための対策、例えば  $0^\circ$  近傍での使用を避けたり、光アイソレータを挿入する等の対策が必要となるという問題点があった。このように従来の干渉光フィルタを用いて透過波長を連続的に変化させる場合には、使用上多くの制限があり、又偏波面に依存するという欠点があった。

【0006】 本発明はこのような従来の問題点に鑑みてなされたものであって、偏波に依存することなく、又干渉光フィルタを回転させずに透過波長を連続的に変化させることができる狭帯域の波長可変型干渉光フィルタ装置、及びこれを利用して入射光の特性を容易に検出できる波長可変型干渉光フィルタ装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本願の請求項1の発明は、使用波長の範囲で光を透過させる物質によって形成されたサブストレートと、該サブストレート上に形成され、所定範囲の波長の光を透過させる光透過率の高い物質によって形成された多層蒸着物質膜とを有し、該多層蒸着物質膜の光学厚さは、サブストレートの所定方向に沿って連続的に変化するように構成したものであり、この光フィルタへの入射光の照射位置を該サブストレート

## 5

の所定方向に沿って変化させることによって所定の波長範囲で透過光の波長を連続的に変化させる偏波面無依存型の波長可変型干渉光フィルタと、波長可変型干渉光フィルタを保持し、所定方向に直線的に移動させ、入射光の波長可変型干渉光フィルタへの照射位置を連続的に変化させる直線移動ステージと、波長可変型干渉光フィルタの移動方向を入力する波長移動入力手段と、波長移動入力手段による入力時に直線移動ステージを直線的に駆動する駆動手段と、を具備することを特徴とするものである。

【0008】本願の請求項2の発明は、使用波長の範囲で光を透過させる物質によって形成されたサブストレートと、該サブストレート上に形成され、所定範囲の波長の光を透過させる光透過率の高い物質によって形成された多層蒸着物質膜とを有し、該多層蒸着物質膜の光学厚さは、サブストレートの所定方向に沿って連続的に変化するように構成したものであり、この光フィルタへの入射光の照射位置を該サブストレートの所定方向に沿って変化させることによって所定の波長範囲で透過光の波長を連続的に変化させる偏波面無依存型の波長可変型干渉光フィルタと、波長可変型干渉光フィルタを保持し、所定方向に直線的に移動させ、入射光の波長可変型干渉光フィルタへの照射位置を連続的に変化させる直線移動ステージと、直線移動ステージの移動範囲で選択される波長可変型干渉光フィルタの可変範囲のいずれかの波長を指定する波長指定入力手段と、波長指定入力手段によって指定された波長となる位置に直線移動ステージを移動させるべく駆動手段に信号を与える移動制御手段と、を具備することを特徴とするものである。

【0009】本願の請求項3の発明は、直線移動ステージの位置をモニタする位置モニタ手段と、位置モニタ手段より得られる位置信号を波長情報に変換する位置／波長変換手段と、位置／波長変換手段より得られる波長情報を表示する波長表示手段と、を具備することを特徴とするものである。

【0010】本願の請求項4の発明は、波長可変型干渉光フィルタを透過した光の一部を反射するビームサンプラと、ビームサンプラの光を受光する受光手段と、受光手段より得られる受光レベルを表示するレベル表示手段と、を具備することを特徴とするものである。

【0011】本願の請求項5の発明は、使用波長の範囲で光を透過させる物質によって形成されたサブストレートと、該サブストレート上に形成され、所定範囲の波長の光を透過させる光透過率の高い物質によって形成された多層蒸着物質膜とを有し、該多層蒸着物質膜の光学厚さは、サブストレートの所定方向に沿って連続的に変化するように構成したものであり、この光フィルタへの入射光の照射位置を該サブストレートの所定方向に沿って変化させることによって所定の波長範囲で透過光の波長を連続的に変化させる偏波面無依存型の波長可変型干渉

## 6

光フィルタと、波長可変型干渉光フィルタを保持し、所定方向に直線的に移動させ、入射光の波長可変型干渉光フィルタへの照射位置を連続的に変化させる直線移動ステージと、直線移動ステージを一端から他端まで連続的に移動するスキャニング手段と、直線移動ステージの位置をモニタする位置モニタ手段と、位置モニタ手段より得られる位置信号を波長情報に変換する位置／波長変換手段と、位置モニタ手段及び位置／波長変換手段より直線移動ステージを移動させた際に得られるデータを保持する波長／レベル保持手段と、波長／レベル保持手段より保持されたデータを画像表示する画像表示手段と、を具備することを特徴とするものである。

【0012】本願の請求項6の発明は、請求項5記載の波長可変型干渉光フィルタ装置において、画像表示手段に代えて、波長／レベル保持手段より得られる最大光強度レベルとなる波長位置に直線移動ステージを移動させる最大レベル設定手段を具備することを特徴とするものである。

## 【0013】

【作用】このような特徴を有する本発明に用いる干渉光フィルタは、多層の蒸着物質膜の膜厚を透過波長に応じて連続的に変化させ、多層の波長可変型干渉光フィルタを構成している。このため膜厚の変化方向に応じて光の照射位置によって光の選択特性が変化することとなる。この場合には光の照射位置を変化させても波長は連続的に変化するが、半値全幅等は変化せず、又偏波面に依存しない特性が得られることとなる。この波長可変型干渉光フィルタは直線移動ステージ上に固定される。そして本願の請求項1の発明によれば、波長移動入力手段により入力された移動方向に駆動手段を介して直線移動ステージを連続的に移動している。こうすれば波長可変型干渉光フィルタに入射する光の位置が連続的に変化することとなり、出射光の波長もそれに対応して変化することとなる。又請求項2、3の発明では、直線移動ステージの位置をモニタし、位置情報を波長情報に変換して表示するようにしている。更に請求項3の発明では、この光フィルタを透過した透過光の一部を反射させ、そのレベルを表示することによって出射光のレベルをモニタできるようにしている。更に請求項4の発明では、光フィルタの可変範囲の波長を指定し、その波長となるように直線移動ステージを変化させるようにしている。請求項5の発明では、この直線移動ステージを一端から他端まで連続的に変化させ、その間に得られる波長情報と出射光の出力レベルとを波長／レベル保持手段に保持している。そしてその波長と出力レベルとを画像表示することによって光スペクトラムアナライザ機能を達成している。更に請求項6の発明では、請求項5と同様に波長／レベル保持手段によって保持し、最大出力レベルとなる波長を自動的に選択して波長計の機能を達成している。

## 【0014】

【実施例】まず本発明に用いられる偏波面無依存型の波長可変型干渉光フィルタの構成について図2を参照しつつ説明する。本実施例による波長可変型干渉光フィルタ1は、例えばガラス、シリコン等のサブストレート2上に物質を多層蒸着させて構成している。このサブストレート2は使用する波長の範囲で光の透過率が高い材質を用いて構成するものとし、誘電体や半導体が用いられる。本実施例では石英ガラスを用いている。そしてこのサブストレート2の上部には、使用する波長での光の透過率の高い蒸着物質、誘電体、半導体等の多層膜3を蒸着する。ここで多層膜3は図示のように下部多層膜3

1、キャビティ層32及び上部多層膜33から形成されるものとする。又サブストレート2の下面には反射防止膜4を蒸着によって形成する。

【0015】ここで多層膜3、反射防止膜4の蒸着材料として用いられる物質は、例えばSiO<sub>2</sub>（屈折率n=1.46）、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>（n=2.15）、Si（n=3.46）やAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、MgF<sub>2</sub>等が用いられる。又本実施例では多層膜3は低屈折率膜と高屈折率膜とを交互に積層して蒸着させている。ここで膜厚dと透過波長λ、屈折率nとは以下の関係となるようにする。

$$\lambda = 4nd \quad \dots (3)$$

即ち各層はその光学厚さをλ/4とする。そして低屈折率膜と高屈折率膜とを交互に積み重ねることによって透過率のピークの半値全幅（FWHM）を小さくしている。

【0016】さて本実施例による波長可変型干渉光フィルタ1は、透過波長と膜厚とが式（3）の関係を有することから、サブストレート2を細長い板状の基板とし、この上部の多層膜3の光学厚さを連続的に変化させて透過波長λを異ならせるようにしている。そしてこの波長可変型干渉光フィルタ1の透過波長をλ<sub>a</sub>～λ<sub>c</sub>（λ<sub>a</sub><λ<sub>c</sub>）とし、その中心点（x=x<sub>b</sub>）での透過波長をλ<sub>b</sub>とする。上下の多層膜31、33は夫々第1の屈折率n<sub>1</sub>の第1の蒸着物質膜とこれより屈折率の低い第2の屈折率n<sub>2</sub>の第2の蒸着物質膜とを交互に積層して構成する。即ち図2（a）の円形部分の拡大図を図2

（c）に示すように、夫々の膜厚を連続的に変化させている。図2（c）において、下部多層膜31の低屈折率膜を31L、高屈折率膜を31Hとし、上部多層膜33の高屈折率膜を33H、低屈折率膜を33Lとする。そして図2（a）のフィルタのx軸上での端部x<sub>a</sub>の透過波長λ<sub>a</sub>に対して、夫々低屈折率膜及び高屈折率膜で上記の式（3）が成り立つように設定する。又x<sub>b</sub>、x<sub>c</sub>での透過波長λ<sub>b</sub>、λ<sub>c</sub>に対しても、その波長λ<sub>b</sub>、λ<sub>c</sub>で式（3）が成り立つようにその膜厚を設定する。そしてその間の膜厚も波長の変化が直線的に変化するように設定する。従って層の各膜厚はx軸上の位置x<sub>a</sub>～x<sub>c</sub>につれて連続的に変化し、x軸の正方向に向かって膜厚が大きくなる。

【0017】例えばλ<sub>a</sub>を1540nm、λ<sub>c</sub>を1560nm、λ<sub>b</sub>を1550nmとし、例えば第1の屈折率n<sub>1</sub>が2.15のTiO<sub>2</sub>と、第2の屈折率n<sub>2</sub>が1.46のSiO<sub>2</sub>とを交互に積層するものとする、上部及び下部の低屈折率膜31L、33Lは左端（x=x<sub>a</sub>）では膜厚dは263.7nm、右端（x=x<sub>c</sub>）では膜厚は267.1nmとなる。又屈折率nの2.15のTiO<sub>2</sub>を高屈折率膜31H、33Hとして用いる場合には、高屈折率膜31H、33Hの膜厚はx=x<sub>a</sub>では179nm、x=x<sub>c</sub>では181.4nmとなる。又屈折率nが3.46のSiを高屈折率膜31H、33Hとして用いた場合には、高屈折率膜31H、33Hの膜厚はx=x<sub>a</sub>では111.7nm、x=x<sub>c</sub>では112.7nmとなる。

【0018】ここで膜厚のx軸方向での変化をxの関数d（x）とし、波長λをxの関数λ（x）とし、屈折率もxの変数n（x）とすると、これらの関係は式

（1）、（2）で表される。ここでx<sub>0</sub>は任意の位置、例えばx=x<sub>a</sub>の位置である。又Aは定数である。

【0019】尚本実施例では上部及び下部の多層膜31、33の膜厚を制御することによってその光学厚さを制御するようにしているが、膜厚は同一とし屈折率をサブストレートのx軸方向に沿って変化させて光フィルタを構成することも可能である。又同一直線上に光学厚さを連続して変化させる必要はなく、サブストレートの任意のラインに沿って膜厚や屈折率等の光学厚さを変化させるようにしてもよい。

【0020】そして石英ガラスのサブストレート2上に低屈折率膜31L、33LとしてSiO<sub>2</sub>、高屈折率膜31H、33HとしてTiO<sub>2</sub>を用いて交互に積層し、中心波長1550nmのシングルキャビティ構造のフィルタにおいて、上下の多層膜3を合わせて32層以上としたときに半値全幅（FWHM）1nm以下の狭帯域フィルタが実現できた。又石英ガラスのサブストレート2上にSiO<sub>2</sub>とSiとを積層したシングルキャビティ構造のフィルタにおいて、上下の多層膜3を合わせて24層を積層することによって半値全幅（FWHM）1nm以下の狭帯域フィルタが実現できた。このように高屈折率膜と低屈折率膜の屈折率の差が大きいほど、少ない膜層数で狭帯域フィルタが実現できる。

【0021】図3は本実施例の波長可変型干渉光フィルタに対する光の入射位置xに対する透過波長λの変化と、半値全幅、及び透過率の変化を示している。式

（1）において入射位置xを変化させ透過波長λを直線的に変化させるように構成しても、半値全幅及び透過率はx軸の位置に応じては変化しないで、一定値となる状態が示されている。又入射光の偏波面についても差がなく、偏波面に依存しない狭帯域の光フィルタが実現できている。

【0022】尚前述した実施例では、シングルキャビティ構造の波長可変型干渉光フィルタについて示しているが、このようなキャビティ層を複数としたマルチキャビ

ティ構造のフィルタとしてもよい。例えば前述した実施例のシングルキャビティ構造の上部多層膜33の上部に更にキャビティ層を形成し、その上部に多層膜を形成したダブルキャビティ構造の波長可変型干渉光フィルタを構成してもよい。多層膜の膜数を少なくともキャビティ数が多くなれば波長選択特性が向上することとなる。

【0023】次に本発明による干渉光フィルタ装置の第1実施例について説明する。図1は第1実施例の光フィルタ装置の構成を示すブロック図、図4はその斜視図である。本実施例による光フィルタ装置10は、図4に示すように前面に入射光が入力される光ファイバコネクタ11、出射光が導かれる光ファイバコネクタ12が設けられる。又パネル面には波長の変化方向を入力するためのキーが設けられる。キー13aは短波長方向、キー13bは長波長方向に低速で移動させるための波長移動キーであり、13cは短波長方向、13dは長波長方向に高速で波長を移動させるキーである。又13eは波長の数値を直接入力する波長指定キーである。又パネル面には選択している波長を表示する波長表示器14、出射光強度を表示する光強度表示器15が設けられている。

【0024】次に光フィルタ装置の内部構成について説明する。図1において前述した波長可変型干渉光フィルタ1は直線移動ステージ20上に固定される。直線移動ステージ20はモータ21とその減速機構及びウォームギア等によって駆動され、干渉光フィルタ1を矢印方向に直線的に移動させるものである。この干渉光フィルタ1には光コネクタ11より図示しない光ファイバを介して矢印方向に、その垂直面よりわずかに傾けて入射光が入射するように構成されている。尚図1では矢印で示す光ビームは干渉光フィルタ1と直線移動ステージ20とを透過するように示しているが、直線移動ステージ20には開口が設けられ光ビームは干渉光フィルタ1内のみを透過するものとする。そして直線移動ステージ20によって入射光の干渉光フィルタ1への照射位置が連続的に変化するように構成されている。直線移動ステージ20には、その位置を検出するステージ位置モニタ部23が設けられている。このステージ位置モニタ部23は、例えばモータ21の回転軸にロータリーエンコーダが連結され、その回転数によってステージ位置信号を出力するものとする。

【0025】波長可変型干渉光フィルタ装置には図4に示すように、現在選択されている波長より長い波長又は短い波長側に移動させる波長移動キー13a～13d、波長指定キー13eが設けられている。これらのキー13a～13eからの入力はキー入力IF部24を介して演算処理部25に入力される。又演算処理部25はマイクロコンピュータとメモリによって構成されたものであり、ステージ位置を透過波長に変換するための波長変換テーブル26aやワークエリアを有する外部メモリ26、上位のコンピュータとの通信を行う通信インターフ

ェース27、及び図4に示す表示器14、15を駆動する数値表示部28が接続されている。更に本実施例による干渉光フィルタ装置は、干渉光フィルタ1の出射位置に透過光の一部を反射するビームサンプラ29が設けられる。ビームサンプラ29は出射光のうち例えば4～6%の光を反射するハーフミラーであって、反射光は受光部35に入射される。受光部35はフォトダイオード等によって構成されており、その出力は増幅器36に入力される。増幅器36は演算処理部25からの制御に基づいて増幅率を $\times 1$ 、 $\times 10$ 、 $\times 100$ 、 $\times 1000$ 等として入力信号を増幅する可変増幅率増幅器であって、増幅出力はA/D変換器37に与えられる。A/D変換器37は増幅出力をデジタル信号に変換して演算処理部25に出力するものである。演算処理手段25はキー入力部24より与えられる波長移動信号や波長指定信号に基づいてモータを駆動すると共に、ステージ位置モニタ部23より得られる位置信号を波長情報に変換し表示部に出力するものである。又A/D変換器37からの変換値を出射光レベルとして数値表示部28に出力している。

【0026】次に本実施例の動作について説明する。この波長可変型干渉光フィルタ装置は、あらかじめ直線移動ステージ20の位置と出射光の波長とを校正しておくものとする。まず入射光として白色光等を使用し、直線移動ステージ20の端部まで干渉光フィルタ1を移動させる。そして光コネクタ11より入射光をこの光フィルタ装置に入射すると、干渉光フィルタ1より選択された波長の光が得られる。こうして出射した光の波長を光スペクトラムアナライザ又は波長計でモニタする。そうすれば端部での位置に対する通過波長が認識でき、これを波長変換テーブル26a内に保持しておく。そしてモータを駆動して直線移動ステージ20を微小区間、例えば可変範囲の1/20の区間移動させ、そのときのステージ位置モニタ部23からの位置信号と出射光の波長を順次波長変換テーブル26a内に保持する。そして順次移動させて同様の処理を行い、直線移動ステージ20のすべての位置と選択された波長を変換テーブルとして記憶する。こうすれば直線移動ステージ20の位置と透過波長とを正確に対応付けることができ、例えば干渉光フィルタ1の入射位置に応じて直線的に選択波長が変化しない場合にも正確な波長を認識することが可能となる。

【0027】次に本実施例の動作について図5のフローチャートを参照しつつ説明する。まず動作を開始するとステップ41においてA/D変換器37からA/D変換値を取込む。そしてステップ42に進んで増幅器36の増幅率を設定し、光強度を算出する。次いでステップ43に進んで数値表示部28に出射光の強度を表示する。そしてステップ44に進んでキー入力部24からコマンドの入力があつたかどうかをチェックする。コマンドの入力がなければステップ45、46に進んでステージ位置モニタ部23からの位置信号を読込む。そしてステッ

ブ46に進んで位置信号を波長変換テーブル26aを用いて波長情報に変換する。この変換では直線移動ステージ20が既に作成した変換テーブルの位置の中間にある場合には、直線補間等の操作を行い現在位置での波長情報に変換する。そしてステップ47に進んでその波長情報を数値表示部28を介して波長表示器14に表示する。

【0028】一方ステップ44においてコマンド入力があれば、ステップ48に進んで波長移動キー13a~13dの入力かどうかをチェックし、波長移動キー13a~13dの入力であればステップ49においてモータ制御信号をモータ駆動部22に出力する。このモータ制御信号はキー13a~13dにより波長の移動方向、即ち短波長側又は長波長側のいずれか、及び高速又は低速が選択されているため、それに応じてモータの回転方向と回転速度を制御する信号とする。そしてステップ45に進んでステージの位置信号を取込み、同様の処理を繰り返す。

【0029】又ステップ48において波長移動キー13a~13dでなければ、ステップ50に進んで波長指定入力キー13eかどうかをチェックする。このキーであればステップ51においてその波長位置となるようにモータ制御信号を出力する。そしてステップ52に進んでステージの位置信号を取込み、ステップ53においてその位置情報を波長変換テーブル26aを用いて波長情報に変換する。そしてステップ54に進み指定波長に一致したかどうかをチェックし、一致しなければステップ51に戻って同様の処理を繰り返す。指定波長と一致した場合にはステップ47に進んで波長の表示を行う。こうすれば波長移動キー13a~13dを連続して押下すれば、出射光の波長は連続して長波長側又は短波長側に高速又は低速で変化することとなる。又波長指定キー13eを入力することによってその指定波長での光を出射することができる。ここで演算処理部25はステップ45、46、52、53において直線移動ステージ20の位置信号を波長に変換する位置／波長変換手段38の機能を達成しており、ステップ50、51、54において指定波長の位置に直線移動ステージを動作させるべく制御信号を出力する移動制御手段39の機能を達成している。

【0030】尚本実施例は波長移動キー13a~13dからの入力に基づき、演算処理部25を介してモータを駆動し、波長を選択するようにしている。しかし演算処理部を用いずこれらのキー入力によって直接モータをいずれかの方向に移動させるようにしてもよい。そしてステージ位置モニタ部23からの位置信号を位置／波長変換手段によって変換してそのまま表示するようにすれば、マイクロコンピュータを用いたシステムとする必要はなく、全体の構成をより簡略化することができる。

【0031】次に本発明の第2実施例について説明す

る。第2実施例は前述した波長移動キーや波長指定キーによる波長選択を行うものではなく、入射光の特性を検出するための干渉光フィルタ装置である。本実施例において第1実施例と同一部分は同一符号を付して詳細な説明を省略する。本実施例では図6に示すように干渉光フィルタ装置のパネル面にスペクトラムアナライザ表示用の入力キー「SP」60a、波長計キー60bを設けておくものとする。又演算処理部61内には後述するように直線移動ステージ20を端部から他方の端部まで移動させ、そのときの波長とレベルの変化を保持し表示するスペクトラムアナライザ機能や、最大出力レベルの選択を行う波長計の機能を達成するものとする。演算処理部61はマイクロコンピュータとメモリによって構成される。又図6、図7に示すように演算処理部61には画像表示器66が接続されている。

【0032】次に本実施例の動作について図8のフローチャートを参照しつつ説明する。動作を開始するとまずステップ71、72において入力キーのうちスペクトラムアナライザキー（スペアナキー）60a又は波長計キー60bのいずれかが押下されたかをチェックする。これらのキーでなければ他の処理を行い、これらのいずれかのキーであればステップ73に進んでモータ駆動部22を駆動することによって直線移動ステージ20を一方の端部まで移動させる。そしてステップ74に進んで微小区間ステージを移動させる。次いでステップ75、76においてステージ位置モニタ部23からステージの位置信号を読み取り、波長情報に変換する。そしてステップ77においてその波長データを外部メモリ26のワークエリアに記憶する。そしてステップ78、79においてA/D変換器37からのA/D変換値を読み取って増幅率を設定し、そのときに干渉光フィルタ1を透過した出射光の強度を外部メモリ26に記憶する。そしてステップ81に進んで直線移動ステージ20の他方の端部に達したかどうかをチェックし、達していなければステップ74に戻り、更にステージを同一方向に微小区間移動させてステップ75~80の処理を行う。こうしてステージの端部まで移動させると、干渉光フィルタ1を透過する光の波長とその振幅とが記憶されることとなる。

【0033】こうしてステージの他端にまで達すると、ステップ81によりステップ82に進んでステップ71又は72においてスペクトラムアナライザキー60a、波長計キー60bのいずれのキーが押下されていたかをチェックする。スペクトラムアナライザキー60aであればステップ83に進み波長及びその波長の出射光レベルを画像表示器66によって画像表示する。この画像表示器は図6、図7に示すように干渉光フィルタ装置のパネル面に設けてもよく、又通信インターフェース27を介して外部のCRT表示器等に表示したり、プリンタ等に印字するようにしてもよい。又ステップ82においてスペクトラムアナライザキー60aでなければ波長キー6



0 bであるため、ステップ84に進んでそのときに得られた最大出力レベルの波長を選定し、その位置となるようにモータ駆動部22を駆動して直線移動ステージ20を移動させる。そうすれば入射光の最大振幅レベルの出射光が得られることとなる。この場合に第1実施例と同様にそのときの波長や出力レベルを表示するようにしてもよい。ここでマイクロコンピュータから成る演算処理部61は、ステップ73, 74, 81において、直線移動ステージ20を端部から他方の一方の端部まで連続的に移動させるスキャンング手段62の機能を達成している。又演算処理部61はステップ75, 76においてステージの位置信号を波長情報に変換する位置／波長変換手段63の機能を達成しており、ステップ77, 80は得られた波長や光強度を保持する波長／レベル保持手段64の機能を達成している。又演算処理部61はステップ84において波長キーであるときに最大レベルの波長となるように選択する最大レベル設定手段65の機能を達成している。

【0034】尚前述した第1, 第2実施例ではA/D変換値に基づいて出射光のレベルが直接得られるものとしているが、ビームサンブラ29の反射率は一定ではなく、又反射率の波長依存性もあるため、A/D変換値を補正しておくことが好ましい。例えば位置情報を波長に変換した場合と同様に、あらかじめA/D変換値と正確な出射光の出力レベルとのテーブルを作成し、それに基づいて適宜補正を行い正確な出力レベルが得られるように構成してもよい。

【0035】又第1, 第2実施例では1枚の干渉光フィルタを用いているが、複数の光フィルタを用いて順次使用するフィルタを切替えるようにしてもよい。そうすれば波長の変化範囲を大きくし、波長可変型干渉光フィルタ装置全体として選択波長の幅を向上させることができる。

#### 【0036】

【発明の効果】以上詳細に説明したように本発明による波長可変型干渉光フィルタは、波長可変型干渉光フィルタを回動させずに光の照射位置を直線的に変化させることによって、透過波長を連続的に変化させることができる。又透過波長は入射位置によってのみ異なり、その偏波面によって透過率が変化することがなく、P波及びS波に対しても同一の透過率が得られる。更に光の選択特性である半値全幅も光の照射位置に応じては変化せず、一定値とすることができるという優れた効果が得られる。従って請求項1の発明では、直線移動ステージを駆動手段によって干渉光フィルタを連続的に駆動することによって、透過光の波長を連続的に変化させることができる。又請求項2, 3の発明では、透過光をの波長をモニタして表示したり出力レベルを表示することができる。又請求項4の発明では、光源の光から所望の波長の光のみを極めて容易に選択することができる。又請求項

5の発明では、波長の可変範囲で光スペクトラムアナライザとして使用することができるため、光源の特性や他の種々の光デバイスの特性を容易に識別することができる。更に請求項6の発明では、光源の最大出力となる波長を自動的に選択することができるという優れた効果が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例による波長可変型干渉光フィルタ装置の構成を示すブロック図である。

10 【図2】(a)は本発明の一実施例によるシングルキャビティ構造の波長可変型干渉光フィルタの構成を示す断面図、(b)はそのx軸上での透過率の変化を示すグラフ、(c)は(a)の円形部分の拡大断面図である。

【図3】本実施例の入射位置に対する透過波長、半値全幅、及び透過率の変化を示すグラフである。

【図4】本実施例の波長可変型干渉光フィルタ装置の外観を示す斜視図である。

【図5】本実施例の動作を示すフローチャートである。

20 【図6】本発明の第2実施例による波長可変型干渉光フィルタ装置の外観を示す斜視図である。

【図7】第2実施例の構成を示すブロック図である。

【図8】第2実施例の動作を示すフローチャートである。

【図9】従来の干渉光フィルタの透過波長を変化させるときの使用状態を示す概略図である。

【図10】従来の干渉光フィルタの入射光の角度に対する波長の変化を示すグラフである。

【図11】従来の干渉光フィルタの入射角度を変化させたときの半値全幅の変化を示すグラフである。

#### 【符号の説明】

- 1 波長可変型干渉光フィルタ
- 2 サブストレート
- 3 多層膜
- 4 反射防止膜
- 11, 12 光コネクタ
- 13a~13d 波長移動キー
- 13e 波長指定キー
- 14 波長表示器
- 15 レベル表示器
- 40 20 直線移動ステージ
- 21 モータ
- 22 モータ駆動部
- 23 ステージ位置モニタ部
- 24 キー入力部
- 25 演算処理部
- 26 外部メモリ
- 26a 波長変換テーブル
- 27 通信インターフェース
- 28 数値表示部
- 50 29 ビームサンブラ



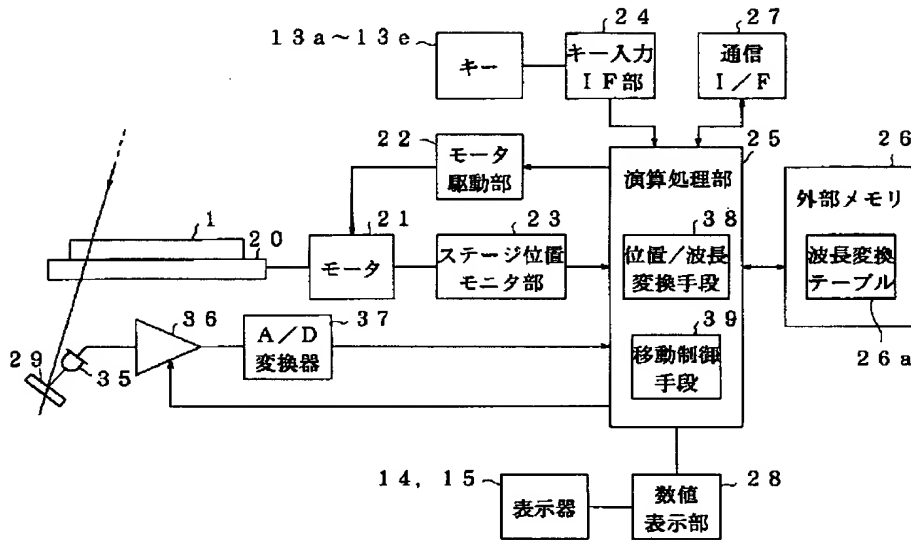
15

16

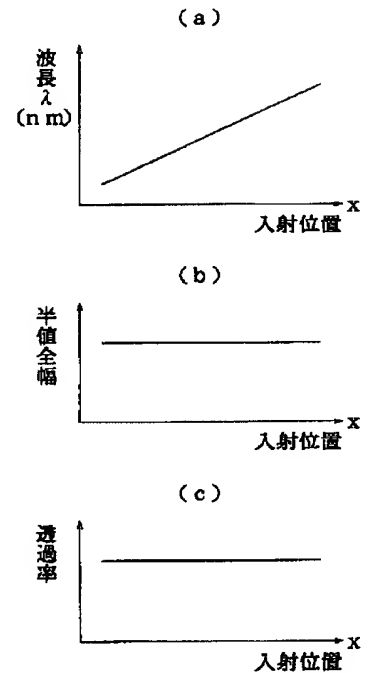
31L, 33L 低屈折率膜  
 31H, 33H 高屈折率膜  
 32 キャビティ層  
 33 上部多層膜  
 35 受光部  
 36 増幅器  
 37 A/D変換器  
 60a スペクトラムアナライザキー

60b 波長計キー  
 61 演算処理部  
 62 スキャニング手段  
 63 位置/波長変換手段  
 64 波長/レベル保持手段  
 65 最大レベル設定手段  
 66 画像表示器

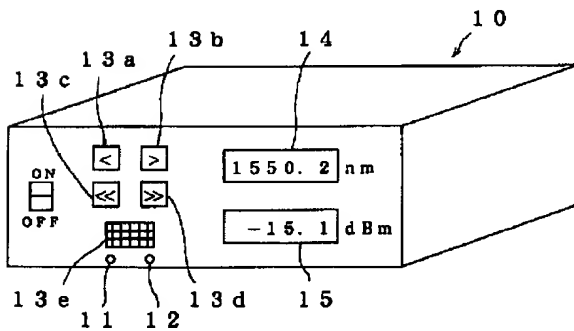
【図1】



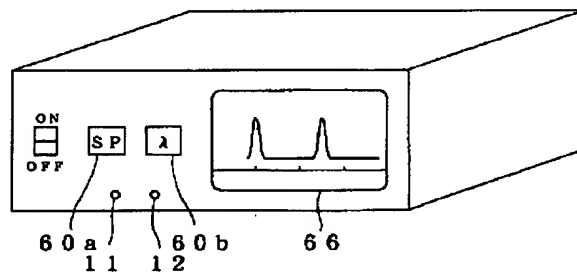
【図3】



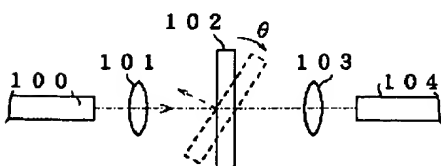
【図4】



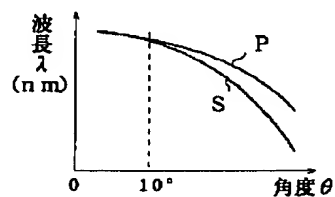
【図6】



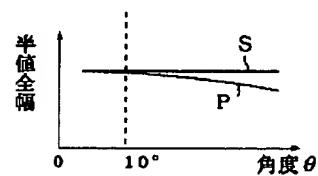
【図9】



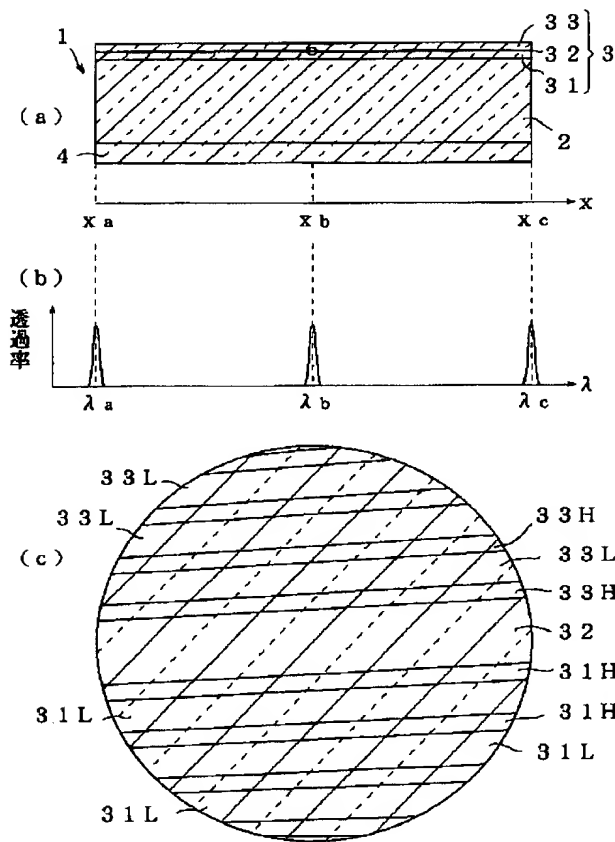
【図10】



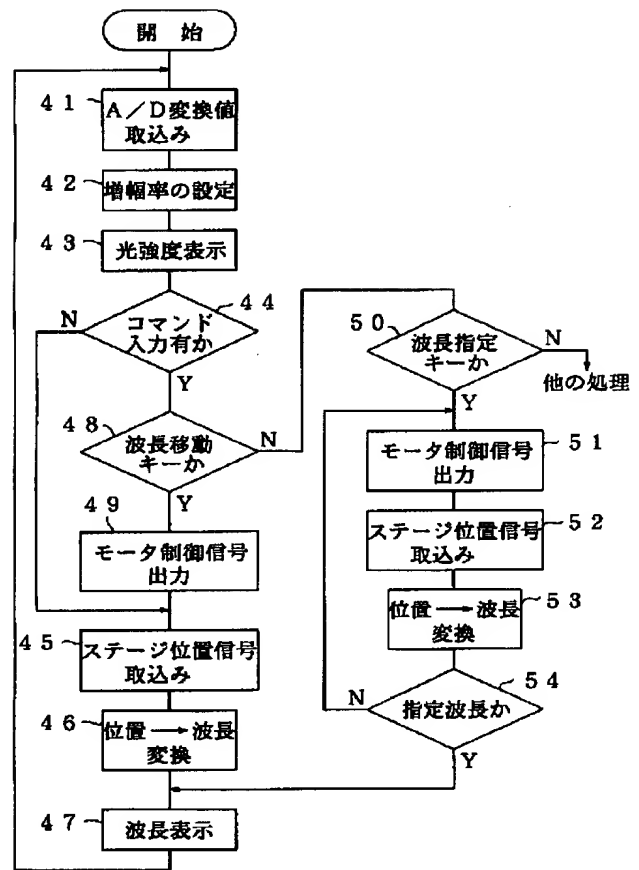
【図11】



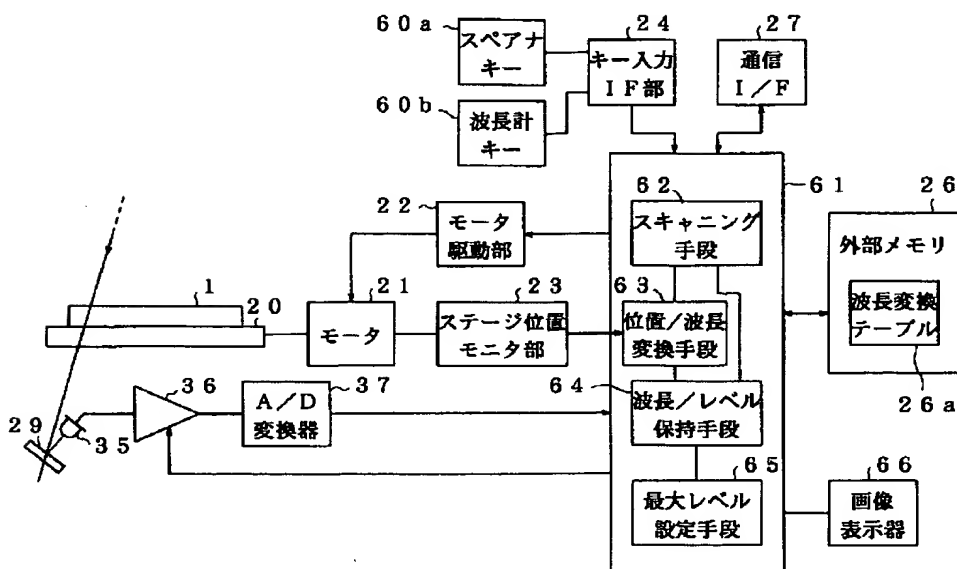
【図2】



【図5】



【図7】



【図8】

